

Władysław Michnowski
Jarosław Mierzwa

ZBM ULTRA
Instytut Cybernetyki Technicznej
Politechniki Wrocławskiej

Badania Videoultradźwiękowe VUD Defektoskop VUD-001

Streszczenie. W artykule przedstawiono nową metodę przeprowadzania badań ultradźwiękowych tj. wideo ultradźwiękową. Metoda ta bazuje na wykorzystaniu sygnału wizji z kamery do lokalizacji położenia głowicy na badanym elemencie. Umożliwia to rejestrację i prezentację wyników badania ultradźwiękowego w przestrzeni trójwymiarowej oraz tworzenie wybranych przez operatora przekrojów. Pokazywane obrazy mogą służyć do lokalizacji wad i odczytywania ich wymiarów

1. Wstęp

Skanery pozwalające na rejestrację wyników badań ultradźwiękowych znacznie je przyspieszają oraz czynią powtarzalnymi. Niektóre skanery jak na przykład w defektoskopach CUD firmy ULTRA pozwalają na automatyczne oceny wyników badań według wybranych norm. Konstrukcje skanerów można ze względu na sposób prowadzenia głowic podzielić na zmechanizowane i ręczne. Te pierwsze o większej wydajności zwykle o wyspecjalizowanym zastosowaniu np. do spoin rurociągów, są drogie, a nawet bardzo drogie. Skanery o zastosowaniach prawie uniwersalnych z prowadzeniem ręcznym głowic są względnie tanie, i są budowane wyłącznie w technice cyfrowej. Są one mało popularne w Europie ale szybko zdobywają rynek amerykański. Do najnowszych amerykańskich należą rozwiązania oparte o umieszczenie głowicy lub głowic w myszy komputerowej. Jest to rozwiązanie tanie i bardzo łatwe w użyciu natomiast o małej dokładności wskazań położenia głowicy ze względu na występującą histerezę związaną z przetworzeniem ruchów na współrzędne położenia myszogłowicy, a szczególnie ruchów zwrotnych. Zastrzeżenia do skanerów nie są w stanie przysłonić istotnych zalet ich stosowania, a są to:

- automatyczna rejestracja w pamięci **obrazu ultradźwiękowego** badanej przestrzeni z ewentualnie występującymi wadami w parametrach, nastawień ultradźwiękowych i ich współrzędnych położenia. Rejestracja ta jest na ogół z dużą powtarzalnością, ale zależną od doskonałości skanera.
- zarejestrowane wady w otoczeniu o dowolnie wybranym zasięgu służą do:
 - zobrazowań w płaskie – sonogramy lub w przestrzenne – videosonogramy to jest obrazy (mapy) wykrytych wad podające ich położenia i wielkości, ocena wykrytych wad automatyczna lub dokonywana przez operatora, według dowolnie wybranych norm
 - zautomatyzowane wydruki dokumentów i pełna archiwizacja wyników

W artykule poniżej zaprezentowano defektoskop VUD-001 z wbudowanym skanerem będącym połączeniem **video z obrazem ultradźwiękowym** jest to nowe rozwiązanie w skali światowej w zakresie defektoskopii ultradźwiękowej.

2. Opis defektoskopu VUD-001

Typowy defektoskop CUD, współczesny nowoczesny komputer z programem operacyjnym Windows XP oraz kartę kamery (lub kamer) Video połączone w zespół. Ponadto opracowano i zainstalowano specjalną kartę i odpowiednie programy.

Jako obudowę użyto odpowiednio zaadoptowaną walizeczkę (zdjęcia Rys 1 i Rys 2)



Rys 1. Zdjęcie defektoskopu VUD 001 (prototyp)



Rys 2 Zdjęcie elementów uruchomionego modelu VUD 001

3. Zasada działania video-skanera w defektoskopie VUD-001

Kamera na statywie (np. z uchwytem magnetycznym) umieszczona nad badaną powierzchnią obserwuje wybrany zasięg badanej powierzchni. Powierzchnia ta nieco większa, niż wybrany zasięg jest widoczna na płaskim ekranie w kolorach i można ją porównywać z powierzchnią rzeczywistą. Po powierzchni badanej przesuwa się ręcznie głowicę ultradźwiękową np. 2x4L012 (normalna podwójna) z wbudowanym świecącym ledem. Led ten służy do kontroli położenia głowicy we współrzędnych na powierzchni badanej X; Z. Natomiast w osi Y mierzona jest ultradźwiękowo grubość badanego elementu pod badaną powierzchnią. Chwilowe wyniki tj współrzędne położenia głowicy oraz odpowiadająca im pomierzona grubość są rejestrowane automatycznie. Duże echa denne (grubość tj jej wartość Y) odróżniane są od nieciągłości mniejszych (o wartości Y mniejszej) i dodatkowo notowana jest ich wartość amplitudy echa.

4. Zobrazowania wideo ich skala i zniekształcenia

Obserwowany na ekranie obraz powierzchni badanej jest w pikselach ekranu „zrozumiałych” dla komputera. Rzeczywisty obraz powierzchni dla obserwatora jest w jednostkach odległości np. milimetrach. W zależności od nastawień kamery przekształcenie milimetrów na piksele może być w różnej skali może też być nie liniowe lub ulegać zniekształceniom. Odpowiednie usytuowanie kamery oraz wybór powiększenia (zoomu) pozwala operatorowi na wybór skali, zakresu badania oraz minimalizację zniekształceń. Identyfikacja przyjętej skali to jest identyfikacja wymiarowa przyjętych współrzędnych X, Z może być realizowana różnie.

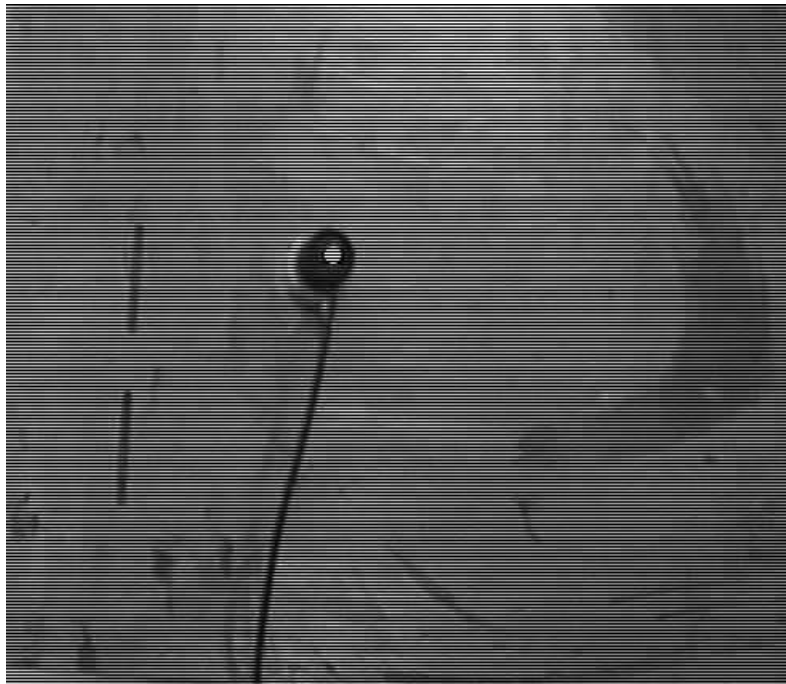
Najprostszym sposobem jest położenie na badanej powierzchni linijki i dwukrotne naciśnięcie klawisza myszy na początku i np. końcu, tej linijki oraz wpisanie do okienka na ekranie wybranej długości. Czynność tę powtarza się co najmniej dwukrotnie dla odległości wzajemnie prostopadłych. Odpowiedni fragment programu obsługi będzie wykorzystywał zapamiętane skale przy odczytywanych z ekranu wartościach wymiarów np. wady, rozwarstwienia, grubości itd. Ponadto program ten może kontrolować zniekształcenia wynikające z optyki geometrycznej takie jak perspektywa, brak prostopadłości ustawienia kamery, oraz wprowadzać korekty.

Opisana wyżej zasada doboru skali i zasięgu może i będzie uproszczona poprzez automatyzację.

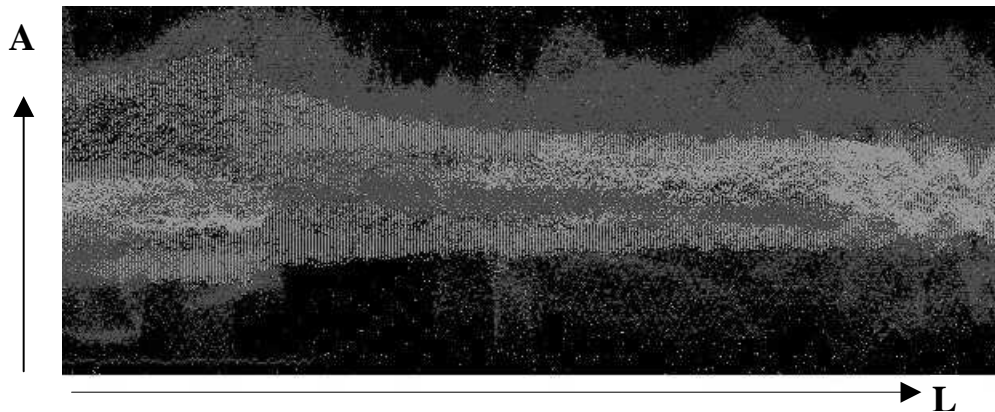
5. Identyfikacja położenia głowicy na ekranie

Identyfikacja położenia głowicy na ekranie to jest jej współrzędne w pikselach napotyka na pewne trudności. Warunkiem poprawnego działania defektoskopu VUD jest konieczność jednoznacznego wskazania tego piksela (lub tych) który ma sygnał od leda w głowicy ultradźwiękowej oraz jednoznacznego odróżnienia go od innych przypadkowych wskazań na powierzchni badanej.

Wielkość zbioru pikseli ekranu zależna jest od rozdzielczości użytej kamery. Zbiór ten jest uporządkowaną tablicą na przykład o 720 kolumnach i 288 liniach (tzw pół obraz) razem ok. 220 kilo pikseli. Istotą zadania jest wyszukanie takiego piksela (lub grupę kilku ale tylko przyległych) który występuje jednorazowo i się nie powtarza. W tablicy dla każdego piksela zanotowane są dwa parametry to jest wartość luminancji oraz chrominancji które odpowiadają za jasność obrazu oraz nasycenie kolorów. Typowy obraz ekranu i jego wartości luminancji i chrominancji pokazują Rys 3 i Rys 4. obserwowana złożoność linii chrominancji i luminancji oraz liczne maksima w miejscach różnych od położenia szukanego leda wskazuje na wspomniane trudności.

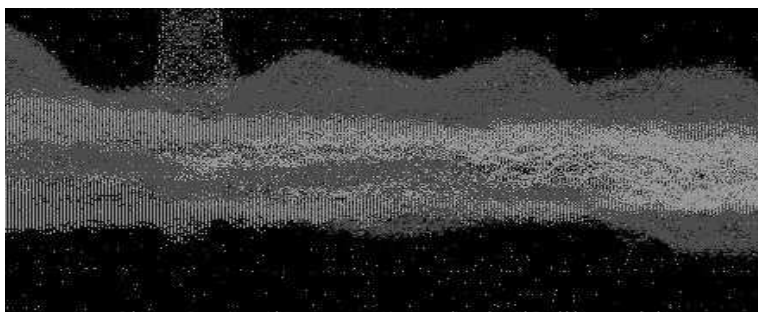


Rys 3 Fragment badanej płyty z widocznymi nacięciami oraz ultradźwiękową głowicą podwójną z wtopionym Ledem



Rys 4 Lumianancja (kolor zielony) i Chrominancja (kolor czerwony) zdjęcia fragmentu płyty na rysunku 3. A - amplitudy sumowanych wartości wskazań, L kolumny obrazu odpowiadające ilości piksli w wierszu np. 720

Sygnały od leda



Rys 5 Lumianancja i Chrominancja zdjęcia po odfiltrowaniu sygnałów z rysunku 4 z widocznym położeniem świecącego leda.

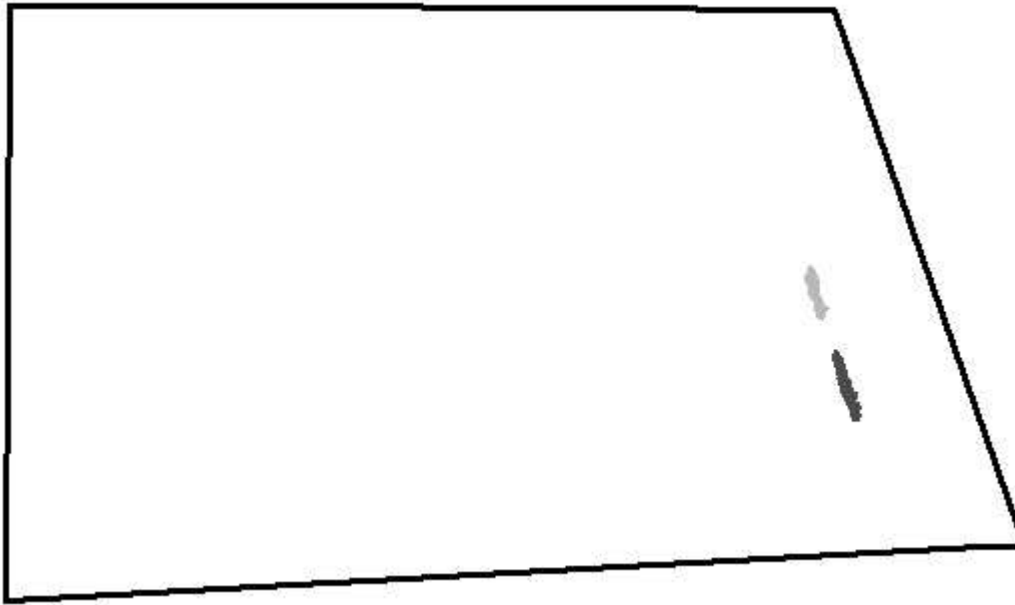
Z wykonanych szeregu prób wybrano rozwiązanie po uzyskaniu zadawalających wyników pokazanych na Rys 5. Pokazany wynik jest efektem zastosowania filtra czerwonego na obiektywie dopasowanego do czerwonego koloru leda oraz ograniczenia jasności (luminancji) całego tła poprzez dobór małej przesłony obiektywu.

6. Przykład zastosowania defektoskopu VUD-001 do badań grubości blachy

Na rysunkach Rys 6 i Rys 7 pokazano obraz optyczny badanej blachy oraz video-sonogram. Ponadto na Rys 8 pokazano wybrany przekrój sztucznie wykonanego nacięcia.



Rys 6. Blacha stalowa o grubości 15 mm z dwoma nafrezowanymi nacięciami



Rys 7. Blacha z rysunku 6 z wynikami badań ultradźwiękowych, badania wykonano z odwrotnej strony. Widoczne obydwie nacięcia, pomierzone różnice grubości zobrazone różnymi kolorami. Operator do skali grubości może dobrać skalę kolorów według uznania .

x=181 mm	x=221 mm
y=13.3 mm	y=12.7 mm
z=303 mm	z=303 mm



Rys 8. Przekrój przez wykryte nacięcia z obrazem ultradźwiękowym z rysunku 7.

7. Perspektywy rozwoju zastosowań

7.1 Rozszerzenie sposobów zobrazenia wyników badań

- nakładanie obrazu ultradźwiękowego na obraz optyczny
- śledzenie dynamiczne stopnia wypełnienia to jest sumy położenia chwilowych głowicy na powierzchni badanej
- dowolnie konfigurowane przez operatora przekroje
- sumowanie w jeden obraz wyników o ograniczonym zasięgu

7.2. Zastosowanie metody we współrzędnych walcowych to jest na przykład do badań korozji rur

7.3 Zastosowanie metody do badań spoin.

Wrocław 01.10.2003